

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-317357

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int. Cl.⁴
H 0 1 L 21/027
G 0 3 F 7/20
H 0 1 J 37/09
37/147

識別記号
5 0 4
5 2 1

F I
H 0 1 L 21/30
G 0 3 F 7/20
H 0 1 J 37/09
37/147

5 4 1 B
5 0 4
5 2 1
A
C

審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-45806

(22) 出願日 平成11年(1999) 2月24日

(31) 優先権主張番号 09/028721

(32) 優先日 1998年2月24日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 マイケル アール. ソガード

アメリカ合衆国, 94025-1930 カリフォルニア, アザートン, プラシタス アヴェニュー 516

(72) 発明者 ジョン マッコイ

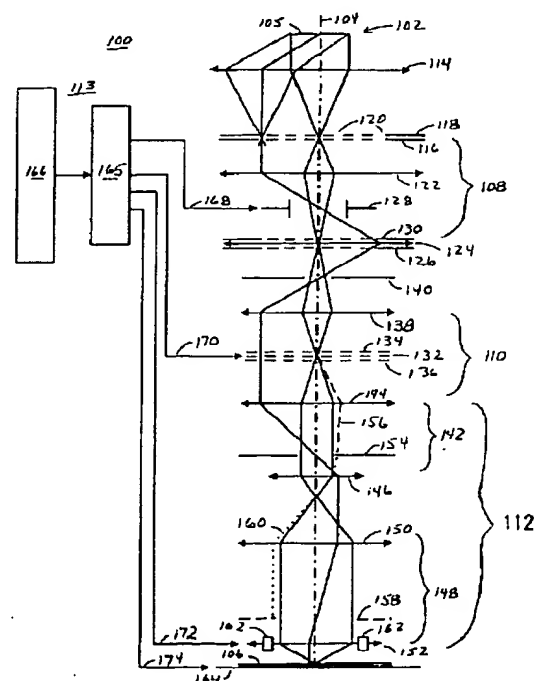
アメリカ合衆国, 94070 カリフォルニア, サン カルロス, ヒルクレスト ロード 230

(54) 【発明の名称】 電子線描画装置及びその描画方法

(57) 【要約】

【目的】 小電子線の大きさ及び形状が変えられ、個々にブランピングできる高いスループットを有する電子線描画装置及びその描画方法を提供し、さらに、電子線描画装置内の表面に電子又は他の荷電粒子が突き当たることにより発生する放射線の影響を遮断する重要な要素を備えた電子線描画装置及びその描画方法を提供する。

【解決手段】 電子源と、露光表面を保持する移動可能なステージと、第一形状からなる $m \times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた第一のマルチアパチャーアレイと第二形状をからなる $m \times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた第二のマルチアパチャーアレイとを含むビーム整形(成形)部と、を有する電子線描画装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子源と、

露光表面を保持する移動可能なステージと、
第一形状からなる $m \times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた
第一のマルチアパチャーアレイと第二形状をからなる m
 $\times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた第二のマルチアパ
チャーアレイとを含むビーム整形 (成形) 部と、を有する
電子線描画装置。

【請求項2】さらに、ブランキング部が前記ビーム整形
(成形) 部と露光表面との間に配置されていることを特
徴とする請求項1記載の電子線描画装置。

【請求項3】さらに、前記第一形状からなる各小電子線
のアレイを形成する第一のマルチアパチャーアレイに向
けて、電子源から放射された電子を照射し、軸方向に電
子線を平行にする第一電子レンズ群と、前記第二のマル
チアパチャーアレイに形成された開口の中心に向けて、
前記第一のマルチアパチャーアレイによって形成された
小電子線のアレイの各電子線を照射する第二電子レン
ズ群と、

前記第一のマルチアパチャーアレイと、前記第二のマル
チアパチャーアレイとの間に配置され、

前記第一形状からなる小電子線アレイの各小電子線は、
前記第二のマルチアパチャーアレイの対応付けられた開
口の一部分に重ねられ、

前記小電子線アレイの各小電子線は、前記第二のマルチ
アパチャーアレイの開口の第二の形状の上に第一形状を
有する偏向された電子線の重ね合わせによって決定付け
られた選択された形状が形成され、

前記第二のマルチアパチャーアレイの対応付けられた開
口の中心から前記第一のマルチアパチャーアレイによっ
て形成された各小電子線を偏向する偏向器と、を有する
ことを特徴とする請求項2記載の電子線描画装置。

【請求項4】前記ブランキング部が、 $m \times n$ 個 (m 行 n
列) の開口を備えた能動素子付きアパチャーアレイを有
することを特徴とする請求項3記載の電子線描画装置。

【請求項5】さらに、前記能動素子付きアパチャーアレ
イ (A B A A) の対応付けられた開口に向けて選択され
た形状を有する小電子線のアレイの各電子線を照射する
第三の電子レンズ群と、

前記能動素子付きアパチャーアレイ (A B A A) を通過
する選択された小電子線を偏向するために、前記能動素
子付きアパチャーアレイに形成された各開口に関連する
ロジック回路と、

前記能動素子付きアパチャーアレイによって偏向された
選択された小電子線と、電子が電子線描画装置内の表面
に当たることによって発生するX線とを吸収するために
コントラストアパチャーと、

前記能動素子付きアパチャーアレイを偏向せずに通過し
た小電子線を露光表面にフォーカスする第四電子レン
ズ群と、を有することを特徴とする請求項4記載の電子線

描画装置。

【請求項6】さらに、前記第二のマルチアパチャーアレ
イと、前記能動素子付きアパチャーアレイとの間に配置
され、前記能動素子付きアパチャーアレイに形成された
開口に対応する $m \times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた能
動素子付きアパチャーアレイの第一遮蔽部材を有するこ
とを特徴とする請求項5記載の電子線描画装置。

【請求項7】前記能動素子付きアパチャーアレイの第一
遮蔽部材は、原子番号の小さな材料からなる層と、原子
番号の大きな材料からなる層とからなることを特徴とす
る請求項6記載の電子線描画装置。

【請求項8】さらに、前記能動素子付きアパチャーアレ
イと、露光表面との間に配置され、前記能動素子付きア
パチャーアレイに形成された開口に対応する $m \times n$ 個
(m 行 n 列) の開口を備えた能動素子付きアパチャーア
レイの第二遮蔽部材を有することを特徴とする請求項7
記載の電子線描画装置。

【請求項9】前記能動素子付きアパチャーアレイの第二
遮蔽部材は、原子番号の小さな材料からなる層と、原子
番号の大きな材料からなる層とからなることを特徴とす
る請求項8記載の電子線描画装置。

【請求項10】さらに、前記電子源と前記第一のマルチ
アパチャーアレイとの間に配置され、前記第一のマルチ
アパチャーアレイに形成された開口に対応する $m \times n$ 個
(m 行 n 列) の開口を備えた第一のマルチアパチャーア
レイの遮蔽部材を有することを特徴とする請求項9記載
の電子線描画装置。

【請求項11】前記第一のマルチアパチャーアレイの遮
蔽部材は、原子番号の小さな材料からなる層と、原子番
号の大きな材料からなる層とからなることを特徴とする
請求項10記載の電子線描画装置。

【請求項12】さらに、前記第一のマルチアパチャーア
レイと、前記第二のマルチアパチャーアレイとの間に配
置され、前記第二のマルチアパチャーアレイに形成され
た開口に対応する $m \times n$ 個 (m 行 n 列) の開口を備えた
第二のマルチアパチャーアレイの遮蔽部材を有するこ
とを特徴とする請求項11記載の電子線描画装置。

【請求項13】前記第二のマルチアパチャーアレイの遮
蔽部材は、原子番号の小さな材料からなる層と、原子番
号の大きな材料からなる層とからなることを特徴とする
請求項12記載の電子線描画装置。

【請求項14】さらに、少なくとも一のx線用バッフル
を有することを特徴とする請求項13記載の電子線描画
装置。

【請求項15】前記少なくとも一のx線用バッフルは、
前記第二のマルチアパチャーアレイと、前記能動素子付
きアパチャーアレイとの間に配置されていることを特徴
とする請求項14記載の電子線描画装置。

【請求項16】前記第四電子レンズ群が、前記能動素子
付きアパチャーアレイと、前記露光表面と間に配置され

る第一の対称的磁気二重レンズと、該第一の対称的磁気二重レンズと、前記露光表面との間の配置される第二の対称的磁気二重レンズと、を有することを特徴とする請求項15記載の電子線描画装置。

【請求項17】さらに、前記露光表面の一部における各小電子線を偏向するための第二の対称的磁気二重レンズは配置された偏向システムを有することを特徴とする請求項16記載の電子線描画装置。

【請求項18】さらに、コントロールユニットと、電子偏向器と、戦記能動素子付きアパチャーに形成された各開口に関連付けられた各ロジック回路と、偏向システムと、移動可能なステージとを有していることを特徴とする請求項17記載の電子線描画装置。

【請求項19】さらに、コントラストアパチャーが、前記第一の対称的磁気二重レンズのクロスオーバー面に配置されていることを特徴とする請求項18記載の電子線描画装置。

【請求項20】次のパターンロジックを用意するためのメモリーユニットを含む各開口に関連付けられたロジック回路を有することを特徴とする請求項19記載の電子線描画装置。

【請求項21】前記電子源が電子銃であることを特徴とする請求項1記載の電子線描画装置。

【請求項22】前記電子源が、前記第一のマルチアパチャーの開口に対応付けられた $m \times n$ 個 (m 行 n 列)の小電子線のアレイを作りだす個々の電子源のアレイからなることを特徴とする請求項1記載の電子線描画装置。

【請求項23】電子を発生させ、第一の形状を有する第一マルチアパチャーアレイと、第二の形状を有する第二のマルチアパチャーアレイとを通過して軸方向に平行にされた電子線を露光表面に向けて照射することを特徴とする電子線描画方法。

【請求項24】ビーム整形(成形)部からブランキング部を通過して生じる電子線を照射することを特徴とする請求項23記載の電子線描画方法。

【請求項25】前記第二のマルチアパチャーアレイの対応付けられた開口の中心に向けて、前記第一のマルチアパチャーアレイによって形成された第一形状を有する小電子線を照射し、

前記第一形状を有する小電子線アレイの各小電子線は、前記第二のマルチアパチャーアレイの対応付けられた開口の一部分に重ねられ、

前記小電子線アレイの各小電子線は、前記第二のマルチアパチャーアレイの開口の第二の形状の上に第一形状を有する偏向された電子線の重ね合わせによって決定付けられた選択された形状が形成され、

前記第二のマルチアパチャーアレイの対応付けられた開口の中心から前記第一のマルチアパチャーアレイによって形成された各小電子線を偏向することを特徴とする請求項24記載の電子線描画方法。

【請求項26】前記ブランキング部を通過した照射電子線が、 $m \times n$ 個 (m 行 n 列)の開口を有する能動素子付きアパチャーアレイを通過した照射電子線からなることを特徴とする請求項25記載の電子線描画方法。

【請求項27】前記能動素子付きアパチャーアレイに対応付けられた開口に向けて選択された形状を有する小電子線のアレイの各小電子線を照射し、

前記能動素子付きアパチャーアレイの各開口に関連したロジック回路で、前記能動素子付きアパチャーアレイを通過する選択された小電子線を偏向し、

コントラストアパチャーで前記能動素子付きアパチャーアレイによって偏向される選択された小電子線を吸収し、

偏向されずに前記能動素子付きアパチャーアレイを通過する小電子線を露光表面にフォーカスする請求項26記載の電子線描画方法。

【請求項28】さらに、前記第二のマルチアパチャーアレイと、前記能動素子付きアパチャーアレイとの間に配置され、前記能動素子付きアパチャーアレイに形成された開口に対応する $m \times n$ 個 (m 行 n 列)の開口を有する能動素子付きアパチャーアレイの第一遮蔽部材を通過した電子線を照射することを特徴とする請求項27記載の電子線描画方法。

【請求項29】前記能動素子付きアパチャーアレイの第一遮蔽部材を通過した照射電子線が、原子番号の大きな材料からなる層と、原子番号の小さな材料からなる層とからなる能動素子付きアパチャーアレイの第一遮蔽部材を通過した照射電子線であることを特徴とする請求項28記載の電子線描画方法。

【請求項30】さらに、前記能動素子付きアパチャーアレイと、前記露光表面との間に配置され、前記能動素子付きアパチャーアレイに形成された開口に対応する $n \times m$ 個の開口を有する能動素子付きアパチャーアレイの第二遮蔽部材を通過した電子線を照射することを特徴とする請求項29記載の電子線描画方法。

【請求項31】前記能動素子付きアパチャーアレイの第二遮蔽部材を通過した照射電子線が、原子番号の大きな材料からなる層と、原子番号の小さな材料からなる層とからなる能動素子付きアパチャーアレイの第二遮蔽部材を通過した照射電子線であることを特徴とする請求項30記載の電子線描画方法。

【請求項32】さらに、前記電子源と、前記第一のマルチアパチャーアレイとの間に配置され、前記第一のマルチアパチャーアレイに形成された開口に対応する $m \times n$ 個 (m 行 n 列)の開口を有する第一のマルチアパチャーアレイの遮蔽部材を通過した電子線を照射することを特徴とする請求項31記載の電子線描画方法。

【請求項33】前記第一のマルチアパチャーアレイの遮蔽部材を通過した照射電子線が、原子番号の大きな材料からなる層と、原子番号の小さな材料からなる層とから

10

20

30

40

50

なる第一のマルチアパチャーレイの遮蔽部材を通過した照射電子線であることを特徴とする請求項32記載の電子線描画方法。

【請求項34】さらに、前記第一のマルチアパチャーレイと、前記第二のマルチアパチャーレイとの間に配置され、第二のマルチアパチャーレイに形成された開口に対応する $m \times n$ 個(m 行 n 列)の開口を有する第二のマルチアパチャーレイの遮蔽部材を通過した電子線を照射することを特徴とする請求項33記載の電子線描画方法。

【請求項35】前記第二のマルチアパチャーレイの遮蔽部材を通過した照射電子線が、原子番号の大きな材料からなる層と、原子番号の小さな材料からなる層とからなる第二のマルチアパチャーレイの遮蔽部材を通過した照射電子線であることを特徴とする請求項34記載の電子線描画方法。

【請求項36】さらに、前記照射電子線が、少なくとも一の x 線用バッフルを通過したことを特徴とする請求項35記載の電子線描画方法。

【請求項37】前記少なくとも一の x 線用バッフルを通過した照射電子線が、第二のマルチアパチャーレイと能動素子付きアパチャーレイとの間に配置された少なくとも一の x 線用バッフルを通過した照射電子線であることを特徴とする請求項36記載の電子線描画方法。

【請求項38】前記能動素子付きアパチャーと、前記露光表面と間に配置された第一の対称的磁気二重レンズを通過した電子線を照射し、該第一の対称的磁気二重レンズと、前記露光表面との間の配置された第二の対称的磁気二重レンズを通過した電子線を照射することを特徴とする請求項37記載の電子線描画方法。

【請求項39】さらに、前記第二の対称的磁気二重レンズに配置された偏向システムを通過した電子線を照射することを特徴とする請求項38記載の電子線描画方法。

【請求項40】さらに、コントロールユニットと、電子偏向器と、前記能動素子付きアパチャーに形成された各開口に関連付けられた各ロジック回路と、偏向システムと、移動可能なステージとを制御することを特徴とする請求項39記載の電子線描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体ウエハの表面に所定のパターンを形成する、高いスループットを有する電子線描画装置及び露光方法に関する。特に、本発明は、スループットを向上させる電子線描画装置及びその描画方法に関する。

【0002】

【従来技術】半導体集積回路の高集積化が要求され続け、例えば半導体ウエハの表面にパターンを形成する新しい技術(半導体集積回路技術)の進展はめざましい。その技術の一つとして、表面に塗布された電子線用レジ

ストを露光するために電子線を半導体基板表面に直接照射する電子線描画装置及び露光方法である。

【0003】露光及び現像後、レジストパターンは、パターン形成をするテンプレートとして用いられ、下にある半導体基板のエッチング等が行われる。従来の電子線露光装置は一筆書きのものが最初に開発され、それはガウシアン分布を有する電子源の像を被露光基板表面上をスキャンする細いビームは一ピクセルごとにスキャンし、一ピクセルは電子密度分布の高さの $1/2$ の位置における最大幅で決まる大きさである。

【0004】これらのシステムは高い解像度を有するが、一ピクセルごとにパターンの連続露光を行うため電子線露光装置のスループットは低い。連続的にパターンを露光するシステムの有利な点は、システム中の偏向器及び電子レンズの収差を補正するための補正を一ピクセルごとに動的に一ピクセルに適用することができる点である。

【0005】さらに、たとえピクセルが所望のパターンの最も小さな特徴を描いても、また独創的で複雑なパターンでもこのタイプのプローブで描画することができる。9近接効果補正もこのタイプのプローブで行うことができる。回路の最小サイズより大きいか、ほぼ等しい大きさにするために調整可能な大きさや形状でウエハ上により大きなスポットを形成することによりスループットの増大を図ることができる。

【0006】このシステムの特徴は、電子源によって照射された開口の像や物像を発生させることによってウエハ上に整形されたスポット作り出すことである。ビーム像は電氣的に大きさを変えることが可能であり、数百ピクセルに相当するパターンを同時に連続的に露光することができる。ビーム像は長方形(正方形を含む)または三角形の寸法を変えることができる。

【0007】より複雑な形状は、セル又はブロックプロジェクションシステムを用いることにより形成することができる。ウエハ上に形成された像は、パターンが形成されたマスクから照射された像である。種々のパターンがマスク上に作られ、それらはマスク上の適切なパターン配置のために偏向された照明ビームによって選択される。

【0008】マスク上に配置されたパターンは、半導体ウエハのチップのパターン形成のために繰り返して使用される。各チップはショットの節約が行われている。この手法は繰り返しの程度が多い回路、例えばDRAMに対して、最も効果的であり、スループットを著しく増加させる。電子線転写装置は荷電粒子線源、コンデンサーレンズシステム、多数の荷電粒子線を形成するためのレンズ構造を有し、制御可能アパチャー、ブランキング絞りを備えている。

【0009】そのような装置に関して、USP4,724,328; 4,899,060;及び4,996,441に記載されている。USP4,899,

060には、可変可能な断面（径が変えられる）を有する多数の荷電ブローブを形成するための絞りシステムについて記載されている。しかしながら、上記パテントには荷電ブローブは、数に制限があり、また直線状の配列に制限されることが記載されている。

【0010】伝統的（慣習的）に、スルーブットは一時間にパターン形成ができるウェハの枚数をいう。すべての電子線描画装置システムの本質的問題は、スルーブットが、ウェハに照射する電子線を増加させると増加するということである。しかし、最大電流は、電子間に働き反発するクーロン力に関連する電子間の空間電荷の概念によって制限される。

【0011】これらの力はウェハ上に形成された像をぼかしたり、歪ませたりする。この制限は、重要で現実的な制限として実在する電子線描画装置のスルーブットに現れる。特開昭60-31226号公報（出願日1983.8.1、出願人 NTT（日本電信電話会社）、審査未請求）には、荷電粒子線縮小転写装置のスルーブットの向上について記載されている。

【0012】その文献は、多数の電子線装置が各小電子線を決定付ける開口において電子的偏向によって独自に各電子線をブランピングできる可能性をもっていることを開示している。静電偏向は各アパーチャに隣接して設けられた電氣的サーキットリーによって制御される。

【0013】類似するシステムが特開平3-174715号公報（出願人 富士通）に記載されている。そのようなアーキテクチャは、多数の電子線を許容することができる。しかしながら、サーキットリーは直接的に電子やx線によって露光されるので、その寿命はずいぶん短いことが予想される。

【0014】その上、NTT及び富士通の装置のビームは、独創的なサイズや形状を作るための可能性を制限する固定されたサイズのビームである。各電子線は独創的な形状を作り出すことができるシステムのパターンの中の一ピクセルを現すのに十分小さいこれはシステムのスルーブットを減少させる。

【0015】他の電子線描画装置について、特開平5-166707号公報、特開平7-263299号公報、及び特開平7-254540号公報に開示されている。これらのシステムは、独自にブランピングアパーチャを用いながら固定形状のマルチビームを作る。しかしながら、ブランピングアパーチャは遠く離れた（間接的に）電氣的サーキットリーによって制御される。

【0016】各ブランピングアパーチャは独立的に遠く離れたエレクトロニクスに接続されている。これらのすべての接続のルートに要求される空間は、アパーチャアレイを適切に一次元にするのを制限する。このようにアパーチャの全数は制限され、スルーブットも同様である。

【0017】USP5,466,904には、電子線縮小転写装置

（EBPS）は、チップパターンのすべてを含んだマスクを用いられるが、マスクの小領域のみが露光ごとに照明されることが開示されている。マスクの小領域のみを照明することは、電子光学系の要求を緩和する。複雑なパターンが形成されたマスクは、可動可能なレチクル又はマスクステージの上にマウントされたマスクの機械的な動作の連携、及びエレクトロンビームの偏向によって照明される。

【0018】ウェハのチップの照射領域がマスクの上のマッチング用パターン領域に対応するように、ウェハステージは、適切な電子ビームの偏向と同時に動かされる。このようにチップのパターンごとに新しいレチクルが製作されなければならない。認識されているように、EBPS用マスク（レチクル）の製作は困難な仕事であり、二つのステージが高精度であるために、正確に同時に動かなければならないので、要求されている機械的システムは、複雑である。

【0019】高いスルーブットを達成するために、高品質の電子光学系が、電子光学系の収差バランスに注意して、大きな電子電流の使用を可能にし、また大きな電子偏向も可能にしなければならない。従来の技術は以下に示す内容である。相対的に高いスルーブットは、費用が高く、その製作が困難なレチクルを用いた複雑なシステムにより可能となる。また、新しいチップパターンが作られるごとに新しいレチクルが必要とされる。

【0020】アパーチャ面で作られ、各小電子線と関連付けられたブランピング偏向器によって制御され、多数の小電子線を用いたシステムによって柔軟性及び単純性が得られる。もし偏向器がビームから少し離れたエレクトロニクスにより制御されるなら、小電子線の数に電氣的接続問題によって制限される。

【0021】もし偏向サーキットリーが小電子線ブランピング偏向器に近接して配置されるなら、サーキットリーは電子やx線の照射により瞬刻間に破壊されてしまう。これらの小電子線は応用が制限され、サイズが固定になる。その上、マルチビームシステムにおけるスルーブットの向上は、形状が変えられる小電子線によってもたらされる。

【0022】従って、小電子線の大きさ及び形状が変えられ、個々にブランピングできる高いスルーブットを有する電子線描画装置が必要となる。さらに、電子線描画装置内の表面に電子又は他の荷電粒子が突き当たることにより発生する放射線の影響を遮断する重要な要素が必要となる。

【0023】

【課題を解決するために手段】本発明は、前述した従来の電子線露光装置の問題を解決し、荷電粒子線で例えば半導体ウェハの表面に露光するために装置及び方法によって他の追加の利点を提供する。本発明にかかる電子線描画装置は、電子源と、第一形状からなるm行n列の開

口を有する第一のマルチアパチャーレイと、第二形状からなる m 行 n 列の開口を有する第二のマルチアパチャーレイを含むビーム整形(成形)部と、露光表面を保持する移動可能なステージとを備えている。

【0024】さらに、小電子線ブランキン部がビーム整形(成形)部と露光表面の間に配置されている。第一のマルチアパチャーレイを通過した電子は、第一のマルチアパチャーレイの開口の形状を持った小電子線が形成され、第二のマルチアパチャーレイに形成された対応付けられた開口の中心方向に向けて照射される。

【0025】2つのマルチアパチャーレイ間に設けられた電子偏向器は、第二のマルチアパチャーレイに形成された開口の中心から各小電子線を偏向し、第二のマルチアパチャーレイに形成された第二の開口形状の上に第一の形状を有する偏向された小電子線を重ねることによって決定された選択形状を有する小電子線を形成する。

【0026】小電子線ブランキング部は m 行 n 列からなる能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)を含み、第二のマルチアパチャーレイと露光表面の間に配置されている。第二のマルチアパチャーレイを通過する小電子線は、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)の対応付けられた開口の方向に向けて照射される。

【0027】能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)に形成された隣接した各開口に配置されたロジック回路は、選択された小電子線が露光表面に照射されるのを防止するために、選択された小電子線を偏向し、ブランキングする電子的偏向器を制御する。電流パターンロジックが用いられる際に、ロジック回路は次にパターンロジックに更新される。

【0028】能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)を通過した偏向されていない小電子線は、露光表面上でフォーカスされる。能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)に形成された開口は、間隔で分離されているので、露光表面に形成される対応付けられた小電子線の間隔で分離されている。

【0029】これらの間隔は、露光表面と能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)の間に配置された一組の偏向器で偏向された小電子線によって複雑なパターンを形成する役割を果たす。露光表面に形成されたパターンが、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)によって決定された領域内を悪化させたとき、小電子線は、露光表面の隣あった領域に偏向され、前述した工程が繰り返される。

【0030】この工程は、許容可能な範囲を通過する第4の電子レンズ群内の偏向器までし続ける。露光表面の新たな領域は、露光表面を保持する移動可能なステージの最適な動きによって提供される。また、本発明の他の発明において、 m 行 n 列の開口を有する遮蔽部材は、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)が散乱電子線

にあたるのを防止し、装置内の表面に電子が当たると発生する x 線があたるのを防止するために能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)の上方に配置される。

【0031】コントラストアパチャーは、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)によってブランキングされた小電子線を吸収する。また、本発明の他の発明において、 m 行 n 列の開口からなる第二の遮蔽部材は、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)が後方散乱電子によって当たることを防止し、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)から下方に向けて発生する x 線によって当てられるのを防止するために能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)の下方に配置される。

【0032】また、本発明の他の発明において、バッフルは、マルチアパチャーレイにおいて発生した x 線によって当たるのを終わりに近いところで保護するために、第二のマルチアパチャーレイと、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)との間に配置されるこのように電子線描画装置は、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)は大きく、 1000×1000 個の開口が形成されている上、電流パターンが消滅するやいなや次のパターンがロジックにインプットされ、電子線形状が可変であるので、スルーブットを向上させることができる。

【0033】小電子線成形分離部においては、小電子線が電子線ブランキング部に入射されるより先に形状が成形される。各小電子線の最大サイズは、能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)に形成された対応付けられた開口のサイズより小さい。このようにして、第一の電子はこのアパチャーレイには当たらない。

【0034】これは能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)に形成された各開口に関連したロジックが電子によってダメージを受けないように保護する。さらに、ロジックを放射熱に強くし、遮蔽部材を能動素子付きアパチャーレイ(ABAA)の上方及び/又は下方に用いることは、ロジックが散乱電子又は x 線によってダメージを受けないようにするためである。

【0035】感度の高いロジック回路の保護により従来の装置に比べてより寿命を長くすることができる。本発明の利点は、次に示すような好ましい実施例の詳細な説明により、より明確になる。図は、一般に好ましい実施形態を単に図示しただけのものであり、発明は、図示された実施形態に限定されない。

【0036】当然のごとく、発明は他の形態の可能性を有し、いくつかの細部は自明な範囲で変形することができる。本発明はこの明細書に添付され特許請求の範囲のよって定められた範囲である。

【0037】

【発明の実施形態】次に示す詳細な記述は、本発明のより好ましい実施形態である。前述で簡単に説明した図面は、詳細な記述の理解のために使用され、本明は図面に

現された具体例に限定されることはない。詳細な記述において、同じ参照番号は、同じ要素に適用される。

【0038】図面を参照しながら、本発明にかかる数種類の実施形態を説明する。図1は本発明の実施形態にかかる電子線描画装置100の構造の一部分を示した図である。説明しやすくするために、電子線描画装置100を部分に分割する。図1の最上部において、第一の部分は電子源102と、電子を下方に向けて照射し、ほぼ平行にされた電子線は、露光表面106に向かって電子線をシステム軸104に対して平行にする電子レン

ズ104とからなる。
【0039】平行電子線はビーム整形（成形）部108に入射される。そこでは平行電子線は、選択された形状を有する複数の小電子線に整形（成形）される。ビーム整形（成形）部108で成形された後、複数の小電子線はビームブランキング部110に入射される。

【0040】そこでは選択された複数の小電子線は、露光表面106に突き当たらないようにするためにブラン

クされている。複数の小電子線がブランキング部110を通過した後、複数の小電子線は縮小され、電子レンズ群112により露光表面106に照射される。制御部113は電子線描画装置100の全部の動作を制御している。

【0041】電子源102は下方に電子が放出される電子銃であり、一般的にシステムの軸104に平行である。現在の適用で決まる電子源のパラメータは、エミッタンス $\varepsilon = \pi$ （ビーム半径）（ビーム角）である。電子線の一部を除くアパチャーがない場合や、電圧が変化した場合において、エミッタンス ε は不変であり、円筒垂直容器の中のいくつかの点で定義することができる。

【0042】今、実施形態において露光表面の電子線の径は $0.25\mu\text{m}$ 角であり、開口数(N.A.)は 0.008rad であると仮定する。 $0.25\mu\text{m}$ 角、 8mrad をとった場合、エミッタンス ε は約 $1.0(\mu\text{m}\cdot\text{mrad})$ である。電子源はこのエミッタンスを供給しなければならない。

【0043】しかしながら、エミッタンス値は、従来の電子源よりかなり大きな値になるので、標準的でない電子源を使わざるえない。従来の電子源は、必要とされるエミッタンスより小さいエミッタンスしか提供できず、およそ3倍又はそれ以上が必要とされる。大きなエミッタンスにするためには、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)において約 8×10^{-3} ラジアン

のビーム角を提供するフォーカシングシステムや平面カソードのような電子源を要求する。
【0044】平面105は電子発生源をあらわしている。電子線は実質的にコンデンサーとして機能する従来の電子レンズ114によって平行にされる。最適な電子レンズ部材は周知技術である。ビーム整形（成形）部108は、第一のマルチアパチャーアレイと、かかるアパチャーアレイが電子によって衝撃を受けることを防止す

るための遮蔽部材を備えている。

【0045】第一のマルチアパチャーアレイ116は $m \times n$ 個(M行N列)の開口を有し、各開口は第一の形状を有している。遮蔽部材118は第一のマルチアパチャーアレイと同様に $m \times n$ 個(m行n列)の開口を有し、その開口はおおよそ第一のマルチアパチャーアレイ116に形成された開口と同じような形状である。

【0046】しかしながら、第一のマルチアパチャーアレイの開口116が小電子線の形状を決めるので、遮蔽部材118に形成された開口寸法は、第一のマルチアパチャーアレイの開口寸法に比べて大きい。遮蔽部材が使用されるなら、遮蔽部材は入射された電子線の大半を吸収する。遮蔽部材における電子の吸収は、遮蔽部材に熱をもたらす、次第に遮蔽部材に歪みを生じさせる。

【0047】遮蔽部材118に形成された開口120は、第一のマルチアパチャーアレイ116に形成された開口に比べて大きいので、遮蔽部材118の歪みは、開口の形状に影響を与えない。遮蔽部材118は、遮蔽部材118に形成された開口120を通過しない入射光のすべてを吸収する構成、或いは遮蔽部材118に要求される上昇温度許容値の上限を低下させるような入射電子の一部のみを吸収する構成をとっている。

【0048】後者の場合、遮蔽部材118によって吸収されなかった電子は、遮蔽部材118を通過し、下に敷かれた第一のマルチアパチャーアレイ116によって吸収される。遮蔽部材を通過した電子は、実質的にはエネルギーが小さいことが確認されている。

【0049】これは第一のマルチアパチャーアレイが、遮蔽部材の開口120を通過し、第一のマルチアパチャーアレイの突き当たった電子と同様に、完全に遮蔽部材118に吸収されなかった入射電子によって引き起こされる温度上昇に耐えうる許容値をもっていることが要求されることである。電子レンズ群は電子レンズ122、124によって現され、第二のマルチアパチャーアレイ126に形成され、それぞれ対応付けられた開口の中心方向に向けて各々の小電子線が照射される。

【0050】二つのマルチアパチャーアレイ（第一のマルチアパチャーアレイ及び第二のマルチアパチャーアレイ）は互いに光学的に共役平面の位置に配置されている。第二のマルチアパチャーアレイ126にも、第一のマルチアパチャーアレイ116の $m \times n$ 個(m行n列)の開口に対応（一致）付けられた $m \times n$ 個(m行n列)の開口が形成されている。

【0051】「対応（一致）付けられた」という用語は、第一のマルチアパチャーアレイのすべての開口に対して示され、第二のマルチアパチャーアレイ126には対応（一致）した開口が形成されている。しかしながら、第二のマルチアパチャーアレイ126に形成された開口は、異なる形状の開口を備えている。

【0052】前述したように、電子レンズ群は、電子レ

レンズ122、124によって現され、第二のマルチアバチャーアレイ126に形成され、それぞれ対応付けられた開口の中心方向に向けて各々の小電子線が照射される。電子偏向器128は、第二のマルチアバチャーアレイ126に形成され、それぞれ対応付けられた開口の中心から選択された距離、選択された方向に各々の小電子線を偏向する。

【0053】認識されているように、第二のマルチアバチャーアレイ126からあらわれる小電子線のすべては、選択された同じ断面形状を有している。図2は、ビーム整形（成形）部108における小電子線の形成の様子を示す図である。平行電子線200は、第一のマルチアバチャーアレイ116に入射される。

【0054】第一のマルチアバチャーアレイ116の開口202のうちの一つを通過した電子は、一の小電子線を形成する。小電子線204はある大きさとする角度分布によって特徴付けられた有限なエミッタンスをもっている。小電子線204の形状は、図5（A）～（C）において詳細に後述する。

【0055】小電子線204は電子レンズ122、124によって第二のマルチアバチャーアレイ126上に再結像する。第一のマルチアバチャーアレイ116に形成された各開口202は、第一のマルチアバチャーアレイ116から再結像された各小電子線が第二のマルチアバチャーアレイに形成され、対応付けられた開口を通過（一部通過）するために、第二のマルチアバチャーアレイ126に形成された各開口208に対応付けられている。

【0056】図2に示された電子レンズの角度分布及び角度をもった偏向は、図示する目的のために、実際に比べて大きく示されている。第一のマルチアバチャーアレイ116と第二のマルチアバチャーアレイ126の間に配置されているビーム偏向器128は第二のマルチアバチャーアレイ126の平面上で一律（均一）に小電子線のすべてを偏向する。

【0057】拡大図210には、偏向された小電子線の一部212は、マルチアバチャーアレイ126の開口208によって妨害されていることが示されている。偏向された小電子線204の一部212が妨害されることにより、第二のマルチアバチャーアレイ126を通る時に小電子線204の形状が変化する。小電子線の形状変化は、図5（A）～（C）により後述する。

【0058】第二のマルチアバチャーアレイ126から現れ、再整形（成形）された小電子線214は電子レンズ124及び138によって能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）の平面上に再結像する。第二のマルチアバチャーアレイ126の開口からあらわれ、再整形（成形）された各小電子線214のために、能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132には対応付けられた開口216を備えている。

【0059】拡大図218に示すように、小電子線204の一部212は、第二のマルチアバチャーアレイ126によって妨害されるので、小電子線は能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132に形成され、対応付けられた開口216を完全みたまない（ふさがない）。実際には、たとえ完全な小電子線204が能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132に形成された開口216を通過したとしても、小電子線は完全に開口216をみたまない（ふさがない）。

【0060】第一のマルチアバチャーアレイ116、第二のマルチアバチャーアレイ126、能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132の開口は、能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132に形成された開口216が小電子線の大きさ及び形状を決定つけないような大きさに作られている。理想的には小電子線214の電子が、能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132に当たらないことである。

【0061】能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132の機能は、選択された小電子線のブランキングをすることのみである。第二のマルチアバチャーアレイ126と能動素子付きアバチャーアレイ（ABAA）132の間に配置されたx線用バッフル140が優先的に電子レンズ138の後焦点面に配置されている。

【0062】図3及び図4を参照してみると、図1に示されたような選択された電子源が図示されている。図3には配列された多数の光源302を備えた電子線発生装置300が示されている。多数の電子源302は、分岐された複数の小電子線304を作りだし、システムの光軸104に平行な方向で下方に照射される。

【0063】実質的にコンデンサーとして機能する電子レンズは、矢印308で示すようにシステムの軸104に平行な方向で下方に向けて小電子線304を集光する。図4は、図3で形成された小電子線から一様な強度で小電子線が形成されることが示されている。複数の電子源302によって作られ、電子レンズ306によって平行にされた小電子線304の各大きさ d_1 は、個々の開口202の大きさ d_2 より大きくしなければならない。もし、多数の電子源が相対的に第一のマルチアバチャーアレイ116において電子フラットトップの分布を提供するならば、電子は開口202の近接にのみ突き当たり、それ故、第一のマルチアバチャーアレイ116に当たる電子全体の数は減少する。

認識しているように、マルチアバチャーアレイは入射電子によって引き起こされる温度上昇に耐えられなければならない。

【0064】しかしながら、図1を用いて電子源について前述した内容と比較すると、第一のマルチアバチャーアレイ116に入射する電子の数が少ない程、実質的に第一のマルチアバチャーアレイ116の必要とされる上昇温度許容値を下げる。各マルチアバチャーアレイで小

電子線を形成する進歩したカソードのいくつかの可能な例は、p-nジャンクションアレイであり、フォトカソードは、電子線の周期的なアレイ及びフィールドエミッションアレイで図示されている。

【0065】図3に示すような多数の小電子源の各源は、より従来の各小電子線のエミッタンス特性を有する。要求されるビーム角は実質的に前述した計算と同じである。しかしながら、能動素子付きアバチャアレイ（ABAA）において必要とされる電子線の径サイズは、全体の能動素子付きアバチャアレイ（ABAA）全体よりむしろ一つの開口のサイズより小さい。

【0066】これにより、図1に示すように単一の電子銃から約 1.5×10^{-7} のファクターが全体のアレイに照射されることによって、一電子線当たりの必要なエミッタンスが減少する。各々のマルチアバチャアレイの配置位置において小電子線を作る進歩したカソードの使用は、カソードの要求電流全体を減少するだけでなく、第一のマルチアバチャアレイ116の熱エネルギー損失の要求値を減少する。

【0067】さらに、進歩したカソードはエミッタンスや電流を迅速に変化させることができる。これは可変の小電子線の大きさを変化したときに、ウエハ上の電流全体がクーロンの相互作用によって課された制限で、それが保たれるように調整されることを意味する。

【0068】このようにして径の小さな小電子線を使用する露光は、径の大きな小電子線を使用して露光した場合に比べてより短い露光時間が要求される（レジストの露光時間は、電子線密度に反比例し、前述の概要のとおり、電流密度は電子線の大きさに反比例する。）

これはスループットを最大にする。

【0069】図5（A）～（C）には、第一のマルチアバチャアレイ116と、第二のマルチアバチャアレイ126の関係が図示されている。図5（A）は、第一のマルチアバチャアレイ116の一部分500の開口502の形状を示す平面図である。x方向における開口502の大きさ及び間隔は、501及び503で示されている。

【0070】y方向における開口502の大きさ及び間隔は505及び507で示されている。図5（B）は、第二のマルチアバチャアレイ126の一部分504の開口506の形状を示す平面図である。x方向における開口506の大きさ及び間隔は、507及び505で示され、y方向における開口506の大きさ及び間隔は509及び511で示されている。

【0071】他の形状も本発明によって包含されている。図5（A）及び（B）に示す形状は、好ましい形状であり、結合時において電子線縮小転写で要求される形状の大多数を提供することができる。図5（C）～

（I）は図5（A）に示す第一形状502の一部分を図5（B）に示す第二形状506の一部分上に重ねること

によって達成できる種々の形状を示している。

【0072】図5（C）～（I）に示す各図の影の部分は、第二のマルチアバチャアレイ126を通過して形成された小電子線の合形状を示す図である。図5

（C）に示す影部分508は、露光表面106上に三角形を投影し、影部分510（図5（D））、影部分512（図5（E））及び影部分514（図5（F））も同様である。

【0073】三角形508、510、512、514の大きさ及び方向は、電子偏向器128によってもたらされる偏向方向、偏向量に依存する。図5（G）に示す影部分516は、露光表面106上に四角形を投影する。四角形516の大きさは、電子偏向器128によってもたらされる偏向量と方向を変化させることによって選択することができる。

【0074】四角形516の大きさは、図5（A）に示す開口502の501に相当する下の部分と同じ大きさである図5（B）に示す開口506と同じにすることができる。図5（H）に示す影部分518は、露光表面106上に横長の四角形を投影し、図5（I）に示す影部分520は、露光表面106上に縦長の四角形が投影する。

【0075】横長の四角形518及び縦長の四角形520は、露光表面106上の線の一部となる。図5（A）（B）から第一のマルチアバチャアレイ116に形成された開口502は、第二のマルチアバチャアレイ126に形成された開口506の領域の5倍であることがわかる。

【0076】図6（A）は、第一のマルチアバチャアレイ116の第一の実施形態の断面の一部分600を示す図である。実質的に平行にされた電子線602は、下方に向かって第一のマルチアバチャアレイ116の2つの開口604及び606上に照射される。電子線602の一部が第一のマルチアバチャアレイ116の開口202を通過する際に小電子線603は形成される。

【0077】小電子線603は、第一のマルチアバチャアレイ116に形成された開口202の形状と同じ形状である。第一のマルチアバチャアレイは、電子を吸収し、また第一のマルチアバチャアレイ116に電子が当たった時に発生するx線が最小になるような構造をとっている。

【0078】第一のマルチアバチャアレイ116の好ましい構造は、第一層608が厚さ t_1 の原子番号の小さい材料であり、例えば、x線の発生が最小である原子番号14のシリコンであり、第二層610が厚さ t_2 の原子番号の大きな材料であり、例えば、原子番号79の金である。第一層608は入射電子に対して1%しか吸収しないの対して、原子番号が大きな原子からなる第二層610は、第一層608に当たった電子によって発生したx線や電子線描画装置100内の他の部分で発生し

たx線を吸収する。

【0079】照射される電子を止めるために必要な第一層608の膜厚は、約50~100nmであるが、これは電子エネルギーに依存する。開口の垂直エッジによる電子の散乱を減少させるために、第一層608の一部を少しだけくぼませている。このエッジ部分からのx線は多いが、全体の領域の影響は、大きくない。

【0080】第二層610の膜厚は、約10 μ mである。最上層608及び最下層610の膜厚は、電子線描画装置の全般の設計に依存して変化する。第一のマルチアパチャー116の厚さ t_1 、 t_2 を決定付けると考えられる他の要因には、遮蔽部材が使用されるか、電子源はどのタイプが使用されるかも含まれている。

【0081】例えば、もし遮蔽部材が使用されず、図1を用いて前述した電子源が使用された場合は、第一のマルチアパチャーアレイ116は一樣に照射される。入射された電子線のうちほんのわずかな電子(約5/16)だけが、開口を通過しているので、多くの電子は第一のマルチアパチャーアレイ116によって吸収されなければならない。

【0082】例えば、もし電子の相互作用によって生じる像の歪み及びボケを避けるためには、ウエハ上の電流は30マイクロアンペア以下でなければならないなら、第一のマルチアパチャーアレイ116における電流は480マイクロアンペア以下でなければならない。これらの値の違いは、最大電子線サイズという条件のもとで、第一のマルチアパチャーアレイ116に照射された電流量の差を示している。

【0083】100kvで第一のマルチアパチャーアレイ116において33ワットのエネルギー損失が生じる。このエネルギーレベルは、第一のマルチアパチャーアレイ116を高温まで熱する。二層構造のマルチアパチャーアレイを熱した場合、2層の各材料の熱膨張係数の違いから、歪が生じる。

【0084】このような理由から、遮蔽部材が必要とされたり、X線の発生を増加させる単一の材料が用いられったりする。図6(B)は、第2の実施形態にかかる第一のマルチアパチャーアレイ116の2つの部分614及び616の断面図を示している。また、電子の衝突から第一のマルチアパチャーアレイ116を保護するための遮蔽部材118の2つ部分の断面図も示している。

【0085】平行電子線が、下方に向かって遮蔽部材118の2つの部分618及び620上に照射されていることが示されている。遮蔽部材118は電子を吸収する材料により構成されており、電流によって引き起こされる温度上昇に耐えることができる。より好ましい遮蔽部材118は、電子を吸収でき、実質的に歪みが生じずに高い温度に耐えることができ、電子が遮蔽部材118に当たることにより生じるX線の発生を最小にするような構造である。

【0086】遮蔽部材の遮蔽部分618及び620は622で示す第一のマルチアパチャーアレイの部分614及び616より小さく、遮蔽部材の開口は、第一のマルチアパチャーアレイの開口より大きい。遮蔽部材の開口ではなく第一のマルチアパチャーアレイの開口が小電子線の形状を決定つけるように遮蔽部材118の遮蔽部分は、後者のマルチアパチャーアレイ116より小さい。

【0087】電子が遮蔽部材118に当たることによって発生するX線を最小にするために、遮蔽部材118は前述した第一のマルチアパチャーアレイと同じ構造にし、原子番号の小さい材料からなる層624の次に原子番号の大きな材料からなる層626を配置する。図7(A)~(C)は第二のマルチアパチャーアレイ126の3つの実施形態の断面図である。

【0088】図7(A)に示す第1の実施形態は、図6(A)に示す構造に似ている。図7(B)に示す第2の実施形態は、図6(B)に示す構造に似ている。図7(A)に示す実施形態の第一層701は厚さ t_1 の原子番号の小さい材料からなり、第二層702は厚さ t_2 の原子番号の大きな材料からなる。厚さ t_1 、 t_2 は図6を用いて前述したようにして決定される。

【0089】図7(B)に示す実施形態には、遮蔽部材130の2つの部分704及び706が示され、第二のマルチアパチャーアレイ126の2つの部分708及び710が示されている。第二のマルチアパチャーアレイ126の2つの部分708及び710は、図6(B)を用いて前述した材料から構成されている。

【0090】図7(C)に示す実施形態には、遮蔽部材130の2つの部分716及び718が示され、第二のマルチアパチャーアレイの2つの部分720及び722が示されている。遮蔽部材130は図7(B)を用いて前述したように構成されている。図7(C)に示すような第二のマルチアパチャーアレイ126は図7(A)を用いて前述したような構成をとり、図7(A)に示す第2層702が無い場合である。

【0091】図8から図6(A)を用いて前述したように遮蔽部材130が第一層801と第二層803からなることを除くと、図7(C)に示すように第二のマルチアパチャーアレイ126と遮蔽部材130の断面図は似ていることがわかる。前述したように、電子偏向器128は各小電子線800を第二のマルチアパチャーアレイ126に形成された開口802の中心から選択された方向に選択された距離偏向する。

【0092】各小電子線800は第二のマルチアパチャーアレイ126に形成された開口802の中心から偏向されているので、各小電子線800の一部804はマルチアパチャーアレイの部分720及び722の717で示されている保護されていない領域だけでなく、遮蔽部分716及び718に当たる。もし第一のマルチアパ

10

20

30

40

50

ャーアレイ116が電子線の5/16を通過しているならば、第二のマルチアパチャーアレイ126は電子線の4/16（小電子線204は完全に第二のマルチアパチャーアレイの開口506をみたしている）から5/16（小電子線204は開口506から完全に偏向されている）妨害する。

【0093】遮蔽部材を備えていない第二のマルチアパチャーアレイ126は12~15ワットのエネルギー損失がある。遮蔽部材を備えたなら、エネルギー損失は、遮蔽部材と遮蔽部材によってカバーされない開口周辺のマルチアパチャーアレイの狭い領域とで生じる。そのほかに第二のマルチアパチャーアレイ126または遮蔽部材130のいずれかが入射電子によって照射されることにより生じる温度上昇に耐える力が必要とされる。

【0094】種々の開口及び遮蔽部材における電子線のエネルギー損失は、重大な設計問題である。X線の強度はあまりにも小さいので熱に寄与することはない。第一のマルチアパチャーアレイ116の電子線が一樣であると仮定した場合、電流の断片（ほんの一部）のみが露光表面106に到達する。

【0095】遮蔽板118が存在しない場合、電子線の大部分が第一のマルチアパチャーアレイ116に当たり、エネルギーの損失（消失）がある。これにより第一のマルチアパチャーアレイ116が熱せられる。前述したように、ウェハ上の電子線の電流平均値が30マイクロアンペアであれば、第一のマルチアパチャーアレイ116上の電子線の電流平均値は、480マイクロアンペアである。

【0096】これは33ワットの第一のマルチアパチャーアレイ116のエネルギー損失を生じさせる。また、これは、電子線の11/16が第一のマルチアパチャーアレイに当たっていることになる。エネルギーの損失により、第一のマルチアパチャーアレイ116を高温に熱する。

【0097】真空中において、冷却は、伝導及び放射によって行われる。もし放射によってのみ冷却が行われるとしたら、電子線によって照射される領域は約2.5cm×2.5cmの領域であり、そのとき第一のマルチアパチャーアレイの温度は摂氏735℃に達する。シリコンの溶融温度は摂氏1410℃である。

【0098】金属は熱伝導度を増加させ、温度を低く保つ。しかしながら、2層構造は熱歪を引き起こす。温度を低下させるための他の方法は、第一のマルチアパチャーアレイの領域を増加させることである。この方法は第一のマルチアパチャーアレイから露光表面までの像の縮小率を大きくすることが要求される。

【0099】第二のマルチアパチャーアレイ126において類似の計算をすると、15ワットの最大エネルギー損失を導き出し、制限された温度の放射は、約520℃まで上昇させる。このような配慮が熱遮蔽部材には必要

であることを説明する。遮蔽部材はすべての電子を止める必要はなく、もし電子エネルギーの80から90%を吸収したならば、マルチアパチャーアレイの温度を十分に下げることができる。

【0100】マルチアパチャーの温度上昇により、熱膨張を引き起こし、開口の大きさが増加したり、それらの中心が動いたりする。これらの変化は、露光表面106に形成される像に影響を与える。しかしながら、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132に形成される像は、多くの要因、例えば100の要因によって縮小されている。

【0101】さらに、第二のマルチアパチャーアレイ126と、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）との間において追加の縮小がされる。これは、第一及び第二のマルチアパチャーアレイ116、126の熱歪の影響は、それぞれ露光表面106で少なくとも100の要因によって、その大きさを減少されていることを意味している。

【0102】それ故、マルチアパチャー116、126の熱によっては、最終像を感知できる程度に乱すことは有り得ない。再度図1を参照すると、各小電子線は、ビーム整形（成形）部108を通過した後、ビームブランキング部110に向かって照射される。ビームブランキング部110は、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132を保護する上方遮蔽部材134、及び能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132を後方から保護する下方遮蔽部材136を含んでいる。

【0103】電子レンズ138は、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132上に形成された対応（一致）付けられた開口上に各電子を集光させるための電子集光レンズとしての役割を果たす。能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132は、m×n個（m行n列）の開口を備えている。

【0104】円筒垂直容器内で発生する多くのX線を吸収するX線用バッフル140は、第二のマルチアパチャーアレイ126と、電子レンズ138との間に配置される。X線用バッフル140は、コンデンサレンズ138の後ろ焦点の位置に配置されることが好ましい。図9は、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132の第一の実施形態が、偏向器902と、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132に形成された各開口に関連付けられた能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132の表面906に設けられた偏向ロジック904とを含んでいることを示す図である。

【0105】能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132の2つの部分908、910と、上方遮蔽部材134の2つの部分912、914について説明する。点線916によって示されるX線は、能動素子付きアパチャーアレイ（ABAA）132と、遮蔽部材13

10

20

30

40

50

4の部分を含んだ種々の構造に当たることが図示されている。

【0106】遮蔽部材134の機能は、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)が遮蔽部材134の上方に位置するシステムの構造から発生するX線によって当たったり、ダメージを受けることから保護することである。示されているように、遮蔽部材134は、ほんの少しのX線が偏向ロジック904に当たることによって発生する大量のX線が能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)に当たるのを防止する。

【0107】能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の機能は、選択された小電子線のブランキングである。選択された小電子線のブランキングをすることは、選択された小電子線が露光表面に到達しないということを意味する。これは偏向ロジック904によって制御される偏向器902によって成し遂げられる。

【0108】偏向器902と偏向ロジック904は、選択された小電子線を能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132から下方のコントラスト開口に当たる範囲にを偏向する。図10には、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の第二の実施形態が示されている。

【0109】能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の2つの部分1000、1001は能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の下部に配置されている偏向器902、偏向ロジック904として示されている。第二の遮蔽部材136の2つの部分1002、1004は能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の下に位置すること示されている。

【0110】下方又は第二の遮蔽部材136の主な目的は、偏向ロジック904と能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の下側とを、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132から下側の構造に電子が当たることにより発生するX線から保護することである。多数のX線を発生させる下側の構造とは、コントラスト開口(後述する)と露光表面106である。

【0111】上方遮蔽部材134のみならず第二遮蔽部材136は、第一層が原子番号が小さい材料、例えばシリコンからなり、厚さは t_1 であり、また第二層は原子番号が大きな材料、例えば、金からなり、厚さは t_2 である。上方遮蔽部材の第一層は、上方遮蔽部材の第二層上に位置し、一方、下方遮蔽部材の第一層は、下方遮蔽部材の第二層の下に位置する。

【0112】多くの電子が後方散乱することは予想されないため、後方遮蔽部材の第一層は、電子が下方構造にあたることによって生じるX線が偏向ロジック904を保護する金層(第2層)をサポートするための構造的な目的のために存在する。1006は小電子線を示す。破線1008はX線を示し、図示されているように種々の位置において生じ、多数の方向性をもっている。

【0113】電子線描画装置システムの円筒垂直容器という条件のもとでは、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)における電子偏向ロジック904のサーキットリーのX線露光は、最終像の誤差を生じさせる単一電子線ブランキングエラーは引き起こされない。この原因は、基本的に単一のX線からのフォトエレクトロンは、ロジック状態を変化させる回路の活動中の領域の範囲内で十分な電荷を蓄積しないからである。

【0114】多くのそのような出来事が要求され、パターンを露光している間ロジック回路の期間をリセットすることにより、感知できる量の電荷の蓄積を防止する。同じような考えが能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132に当たる強度の弱い散乱電子に適用される。そのかわりに、ロジック機能が時間周期以上の影響を受けるまで、 SiO_2 層のトラップされた孔(電子と孔からなる)を作ることによってX線はサーキットリーの電位を徐々に変化する。

【0115】すべてにX線が偏向ロジック904に当たることを防止するのは、事実上不可能であるので、偏向ロジック904は寿命がある。それ故、偏向ロジック904の寿命をのばすために放射熱に対して強くなることが望まれる。この技術は例えば、W.Daves et al.の「放射熱及び温度に対して強くした半導体成分」(Noyes Data Corporation)に記載されている。

【0116】CMOS技術によれば、シリコンの吸収エネルギーが $1\text{ rad (Si)} = 0.011\text{ J/kg}$ であるシリコンにおいて、少なくとも 100 krad (Si) の蓄積線量に耐えるサーキットリーの設計が可能となる。例えば、1年間(一年は約 3.14×10^7 秒である)フルタイム作動した時の寿命が、 100 krad (Si) と仮定したならば、約 $0.003\text{ rad (Si) / sec}$ 以下で同期しなければならない。

【0117】本発明にかかる設計は、X線量をこの制限以下に減少することができ、本発明は1年以上の寿命にすることができる。電子線がウエハ上に30マイクロアンペアの電流を供給することは、最も重大な(問題となる)X線の発生源が能動素子付きアパチャーアレイ132より下側に存在することを示す。

【0118】大部分のX線は、コントラストアパチャー154、露光表面106において発生するので、遮蔽部材136の最上層の金層及び/又は能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の下面は、X線の影響を減少することができる。しかしながら、電子線が露光表面106に当たることによって発生するX線をコントラストアパチャー154が吸収するので、露光表面106の寄与は、重要ではない。

【0119】さらに、小電子線は、偏向システム162によってウエハ上で偏向される。このことは、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の下面の領域が偏向された小電子線と同期して露光表面106から発生したX線に曝されていることを意味する。これは、能

動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132 に照射される領域の直径のおおよその割合によって露光表面 106 から偏向が引き起こされる領域の直径の位置までの線量の速度寄与を減らす。

【0120】コントラストアバチャー154は、能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132 に当たるいくつかの後方散乱電子を作り出す。100 KeVにおいてシリコンの全電子後方散乱係数は、約0.14である。コントラストアバチャー154によって発生した後方散乱の電子量とx線量は、電子があたるコントラストアバチャー154の表面を原子番号が小さい材料にすることにより減少させることができる。

【0121】例えば、電子が熱分解グラファイトのように原子番号6の炭素領域に当たったなら、x線量及び後方散乱電子量はともにシリコンの約 $6/14 = 0.43$ 倍 (原子番号の割合) に減少される。原子番号4のベリリウムからなる小さなブラグはシリコンの0.29倍に減少される。

【0122】後方散乱電子のエネルギースペクトルはブロードであり、発生したx線の多くは、低いエネルギーであり、より容易に遮蔽される。また、エネルギーの低い多くの電子は、能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132 から遠く離れて偏向され、電子レンズ間に挟まることによって遮蔽する。

【0123】図11(A)は、能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132の一部を示す部分図である。各開口に隣接して配置された集積ロジックユニット1102は、開口に通じる道筋に必要とされるコネクションの数を最小にするので、能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132は多くの開口を有する。各開口は1100は各開口1100に隣接した開口板に集積された集積 (電子) ロジックユニット1102を備えている。

【0124】能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132は非常に大きく 10° のオーダの開口を備えることができる。能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) 132の電氣的複雑さは、1 Mbit SRAMのそれに匹敵する。本発明の場合におけるサキトリの製作に関しては、電子回路の最小サイズは、約 $2.1 \mu\text{m}$ である。

【0125】このサイズは、現存する半導体製造において容易にできる。それ故、ABAAの製造可能性は、問題にならない。集積電子ロジックユニット1102の可能な間隔は約 $100 \mu\text{m}^2$ である。集積電子ロジックユニット1102は早いアドレス、アップデートが可能である。

【0126】行1104、列1106は、それぞれ各電子ロジックユニット1102を動かし、それに向けて発信する。集積電子ロジックユニット1102は、各開口1100に隣接する図11(A)に示す偏向器1108

を制御し、関連した開口1100を通過する際に小電子線を選択的に偏向する。

【0127】能動素子付きアバチャーアレイ (ABAA) に形成された多くの開口は、各開口1100に隣接した偏向ロジックユニット1102を配置することによって繰り返して製作が可能となる。この主な原因は、偏向器をパターンロジックに接続して簡略化したことによるものである。

【0128】前述した例において、 10° の開口を配列した場合は、独自に各開口を選択するためには全体で2000の行及び列のラインが必要である。これに対比して、各開口が遠く離れたロジック配置から選択された受動的なアレイにおいては、各開口にアクセスするために全体で 10° の電氣的接続が必要になる。

【0129】相当の程度まで開口間の距離 (間隔) を増加させることなく開口に多くのラインを通す実際的な方法は存在しない。實際上、受動的アレイの場合は、約1000の開口をおおよそ一次的に配列することに限度がある。集積電子ロジックユニット1102は、関連した開口を通過する際に小電子線を偏向する関連した偏向器に向けるためのシングルゲイトからなる。

【0130】しかしながら、シングルゲイトを用いたなら、次のパターンロジックがゲイトの中にロードしている間に、時間は各露光の最後で、浪費されてしまう。この遅延はスループットを減少させるので、次のパターンロジックが露光中にサーキットリーの中にラッチされるようにメモリーユニットが集積電子ロジックユニット1102に含まれることが好ましい。

【0131】図11(B)は、適切な時間に偏向電位 $V_{oe,rl}$ を更新し、次のパターンを保管するために、集積電氣的ロジックユニット1102として使用される基本的なラッチのSRAM1110の図である。多くの回路は、前述した設計思想を履行するロジック回路として使用することが可能である。

【0132】図11(B)に示されている基本設計のSRAMは、SRAMの構造はDRAM設計より放射熱に対して強くすることができるといういくつか理由により好ましい設計のうちの一つであるが、全般的に更新してパターンは削除する。6 pMOSFETsと6 nMOSFETの使用の必要性によって引き起こされたより大きなユニットのセルサイズは、ウェハ上の基本電子線サイズが $0.1 \mu\text{m}$ であるためには、システムの縮小には100よりむしろ約134なければならないことを意味している。

【0133】選択的にサーキットリーの最小サイズは、減らすことができる。行ドライブR(x)1104と、列ドライブR(y)1106は各電子ロジックユニット1102ごとに所在場所がある。R'(x)はR(x)の反対であり、V+とV-はグローバルなバイアス電位であり、GLとGL'はラッチ1110の第一ステージ1112からラッチ1110の第二ステージ1114ま

で偏向状態がシフトしたラッチ信号である。

【0134】V_{0,1116}は偏向電位である。再度図1を参照すると、ブランキングされていない小電子線は、露光表面106上に小電子線を縮小して、フォーカスする電子レンズ群112によって露光表面106に向けて下方に照射される。電子レンズ群112は第一の電子レンズ144と第二の電子レンズ146とを含む第一の対称的な磁気二重レンズ142を有している。

【0135】対称的な磁気二重レンズの特性は、Journal of Vacuum Science Technology 12,1135(1975)の論文でM.B.Heritageによって述べられている。電子レンズ群112は、第一の電子レンズ150と第二の電子レンズ152とを含む第二の対称的な磁気二重レンズ148を有している。コントラストアパチャー154は、第一の対称的な磁気二重レンズ142のクロスオーバー面に配置されている。

【0136】コントラストアパチャー154の目的は、能動素子付きアパチャー(ABAA)132によってブランキングされた小電子線を吸収することである。破線156は、ブランキングされた小電子線を示している。また、コントラストアパチャー158のための第二の対

称的な磁気二重レンズ148のクロスオーバー面における選択的配置を示している。

【0137】破線160は、ブランキングされ、吸収されなかった電子線の通り路でコントラストアパチャー158に当たるまでを示している。第二の対称的な磁気二重レンズ148のクロスオーバー面にコントラストアパチャー158を配置することにより、電子がコントラストアパチャー158当たることによって発生するX線が偏向ロジック904に到達することは防止するのを助け

る。

【0138】コントラストアパチャー158は、電子線からブランキングされた電子を除去するので、その配置は電子の像ぼけ及び歪を引き起こす電子間のクーロンの相互作用の性質と大きさに影響する。162で示されている偏向システムは、露光表面106上を電子線を走査させる。

【0139】露光表面106はステージ164上に保持されている。コントロール部は113で示されている。コントロール部は、中央演算部(CPU)116によって制御される制御回路165を含む。制御回路165から、入力信号168が電子偏向器128に送信され、入力信号170が能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132に送信され、入力信号172が偏向システム162に送信され、入力信号174がステージ164に送信されることが示されている。

【0140】露光パターンは、ビーム整形(成形)部108によって形成され、ブランキングされた選択電子線のブランキングは、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132で形成される。パターンは多量の要素

(M=100~200)によって縮小され、露光表面106上に投影される。

【0141】アレイが大きく、1000×1000個のからなるので、大きな縮小倍率にもかかわらず、露光表面106における像サイズは、相対的に大きい。特別な具体例では、625×625個からなり、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132に形成された開口は、小電子線の大きさを10μm程度にするのに十分な大きさである。

【0142】100の縮小システムが存在すると仮定すると、これは約250μm角の露光表面106に最大像が形成される。能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132の開口は、間隔によって分割されているので、露光表面に対応付けられた小電子線も、間隔によって分割される。

【0143】これらの間隔は、電子レンズ群112内に配置された偏向器162で小電子線を偏向することによって複雑なパターンを作ることによって満たされる。最大偏向の要求は、隣接する小電子線間を分離することである。例えば、図5(A)(B)に示すような幾何学的なマルチアパチャーのために、露光表面における小電子線間の間隔は、完全に全部で16回の露光又はショット(初期露光を含む)によってカバーされている。

【0144】さらに複雑な形状、異なる形状の電子線及び能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132に形成されたブランキング開口の異なる形状のために、一般的に偏向器162のセッティングで連携されている。必要とされる全体のショット数は、一般的にパターンに依存し、十分に複雑なパターンのために16回を越える。

【0145】250μm角の領域を完全に露光した後、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)に形成されたパターンは、ただちに更新され、新しいパターンは、像品質を確保するために例えばMOLのような偏向手法を用いて、露光表面106の隣接した領域に露光される。MOLやこれと同等の技術で可能な最大の偏向は、高いスループットを成し遂げる。

【0146】適切なウエハステージの動きは、シリコンウエハに形成されるチップの複雑な露光のために必要とされる。これにより像が露光表面106をスキャンするように新たなパターンを発生し、能動素子付きアパチャーアレイ(ABAA)132が電氣的レチクルのように機能することができる。

【0147】これによりスキャン速度はメカニカルステージシステムの速度よりはるかに超過することができる。図12は、好ましい偏向システムは、露光表面106に形成された像を動かすことに利用されるMOLシステムを示す図である。MOLの効果が要求される電子光学素子は示されていないが、そのようなシステムは従来から知られている。

【0148】これと対等な関係にあるシステム1200

が示されている。システムの軸104は、Z方向であり、電子線1204はX方向に偏向され、露光表面106はY方向に動く。前述したように、制御部113は、偏向システム162と露光表面106を保持しているステージに向けて制御信号を送る。

【0149】図13は、本発明にかかる電子線描画装置100を用いて有利に露光される繰り返しセルの例が示されている。1300に示めされた構造は、半導体集積回路において作り出すことができる典型的な構造である。例えば、示された構造は、DRAMにおけるデータ

10

ラインを描いている。
【0150】図13は、通常の番号によって特定されるパターンは、1302に示されているようにX方向及びY方向に何度も繰り返されていることを意味する。このサンプルには、基本的なパターン領域は、単一電子線によって描かれ、小電子線の間隔は、後述するように基本的パターンの繰り返し間隔を調整する。このようにして、約0.25 μ m角の全体の露光領域を通して、基本的パターンが描画され、すべて等価なパターンは対応付けられた電子線によって同時に描画される。

20

【0151】露光シーケンスは、次に示す通りである。ラベル1の領域が最初に露光され、次にラベル2の領域、さらに、ラベル3の領域等ラベル29の領域まで露光される。対応付けられた形状が、同時にそれらに対応付けられた小電子線によって他の繰り返しセル内が露光される。

【0152】これは破線によって定義つけられる形状によって図示され、基本パターン形状1と3に関して1'と3'が示されている。もし全体の露光範囲にこのパターンを含んでいない領域があるなら、対応付けられた小電子線はブランキングされる。それらのパターンは後から描画され、前述した繰り返しパターンを描画するために利用される小電子線はブランキングされる。

30

【0153】図14(A)、(B)は、露光表面における小電子線の間隔と繰り返しパターンの間隔との必修の関係を示す図である。図14(A)は、露光表面106における水平方向の繰り返しパターン間隔 L_x 1400と垂直方向の繰り返しパターン間隔 L_y 1402の例を示す図である。

【0154】図14(B)は、露光表面で測定した場合のマルチアパチャーを通過する小電子線間隔を示した図であり、電子レンズ群112によって縮小される。水平方向間隔が l_x 1404として示され、垂直方向間隔が l_y 1406として示されている。原則として、いくつかのパターンが本発明の概念を用いて描画される限りにおいて、できる限り多くの小電子線が、各露光ショットごとに同時に用いられるように、有利に繰り返しパターンを描画するために使用される。

40

【0155】電子線間隔は、基板に描画されるパターンの繰り返し間隔と単純で完全な相関関係があること

50

が要求される。パターンの繰り返し間隔の例は、メモリーセルの繰り返し間隔であり、DRAMにおいて相関のある構造である。特に、図14(B)に示すように基板上の隣接した小電子線間隔がX、Y方向でそれぞれ l_x 、 l_y であるなら、図14(A)に示すように繰り返しパターンの間隔 L_x 、 L_y は次に示すような関係を有する。

【0156】 $L_x = m l_x$ 、 $L_y = n l_y$ 、 m 、 n は整数を示す。この関係は、所望のセルパターンの適切な間隔に適切な能動素子付きアパチャーアレイ(ABA)及び対応付けられたマルチアパチャーアレイを取り付けること又は縮小電子光学系を調整することによって成し遂げられる。露光されるパターンが高い繰り返し性を有していない場合は、前述の手法は適用されない。

【0157】しかしながら、もしパターンの最小サイズ又はより小さな間隔に基づいて、パターンが同一なグリッド上に設計されるなら、有用な関係は、このサイズと能動素子付きアパチャーアレイ(ABA)開口の繰り返し間隔との関係を確立する。パターン上の同一グリッドサイズが x 、 y 方向でそれぞれ G_x 、 G_y で得られるのなら、露光表面106で測定される能動素子付きアパチャーアレイ(ABA)開口の繰り返し間隔は、 $l_x = j G_x$ 、 $l_y = k G_y$ (j 、 k は整数)の関係を満足する。

【0158】例えばDRAMのような繰り返しパターンの場合、繰り返しセルは、同一グリッドに従って配置される。結果的に能動素子付きアパチャーアレイ(ABA)の開口の間隔をパターン寸法に関連させる前述した2つの関係は首尾一貫しているように考えられる。発明の実施形態の前述の説明は、図示及び詳述の目的のために示されたものである。

【0159】本発明は開示された範囲に限られない。自明な修正及び変形が、前述した技術に照らして可能である。実施形態が選択され、発明の原理の最良の例を示し、種々の実施形態の中によって当業者が発明を実施できるようにするために典型的応用を示し、そして個々に熟考された使用をするために最適化した変形例をしめた。種々の変形例は、公正に法律的に権利が与えられた権利範囲とし解釈したときには、特許請求の範囲の従属クレームによって画定される発明の範囲内のものである。

【0160】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明にかかる電子線描画装置及びそれを用いた露光方法の効果及び利点は、十分に理解された。本発明にかかる電子線描画装置およびそれを用いた露光方法は、従来の装置及び方法に比べてスループットを向上させる。

【0161】高いスループットは、それぞれ異なる形状の開口を有する2つのマルチアパチャーによって形成される可変形状の同一小電子線の多くの配列によって成し

遂げられる。能動素子付きアパチャー（ABAA）132を大きくでき、1000×1000個の開口を有し、能動素子付きアパチャー（ABAA）の各開口に関連付けられた偏向ロジックをもっている。

【0162】放射熱のダメージを受けやすく、各開口と関連のある偏向ロジックは、システムの設計によって保護されている。偏向ロジックの放射熱に対する耐性に加えて、遮蔽部材及びバッフルは、電子線描画装置内で発生するx線から偏向ロジックを遮蔽するために用いられる。システムの設計により、小電子線が能動素子付きアパチャー（ABAA）132より上方に形成されるので、それ故ABAA132に当たる散乱電子は存在しない。

【0163】電子線描画装置の設計は、装置内の放射熱に対して感度の高いサーキットリーに比較的長い寿命を提供するようにされていることが認められる。高いスループットは、装置によって生産される半導体チップのコストを減少させる。電子線を整形（成形）するマルチアパチャーの異なる形状は、最大限柔軟に半導体ウエハ上に露光する種々の形状を提供する。

【0164】偏向ロジックはバッファラッチを含み、バッファラッチは、次のパターンを電流パターンが露光される偏向ロジック中にパターンをロードする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる電子線描画装置の概略図である。

【図2】図1に示す電子線描画装置のビーム整形（成形）部108における小電子線の形成の様子を示す図である。

【図3】電子線源は多数の小電子線源を備えていることを示す図である。

【図4】マルチアパチャーアレイの一部と、マルチアパチャーアレイに形成された開口を通過する小電子線の断面を示した図である。

【図5】（A）は第一のマルチアパチャーアレイの一部を示す平面図であり、（B）は第二のマルチアパチャー*

*アレイの一部を示す平面図であり、（C）～（I）は、第二のマルチアパチャーアレイの開口上に第一のマルチアパチャーアレイの開口から生じる小電子線を重ね合わせた時に得られる小電子線のいくつかの断面形状である。

【図6】（A）は、第一のマルチアパチャーアレイの第一の実施形態の部分断面図であり、（B）は、遮蔽部材を有する第一のマルチアパチャーアレイの第二の実施形態の部分断面図である。

10 【図7】（A）は、第二のマルチアパチャーアレイの第一の実施形態の断面の一部を示す図であり、（B）は、遮蔽部材を有する第二のマルチアパチャーアレイの第二の実施形態の断面の一部を示す図であり、（C）は、遮蔽部材を有する第二のマルチアパチャーアレイの第三の実施形態の断面の一部を示す図である。

【図8】図7（C）に示した遮蔽部材を有する第二のマルチアパチャーアレイの実施形態の部分断面図である。

20 【図9】能動素子付きアパチャー（ABAA）の第一の実施形態の断面の一部と、それに設けられた遮蔽部材の断面の一部を示す図である。

【図10】能動素子付きアパチャー（ABAA）の第二の実施形態の断面の一部と、その上方と下方に設けられた遮蔽部材の断面の一部を示す図である。

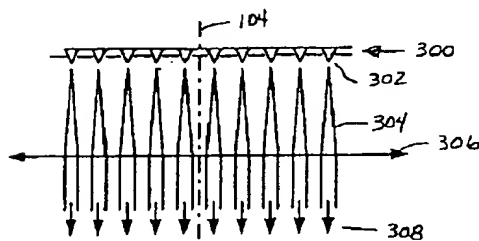
【図11】（A）は、能動素子付きアパチャー（ABAA）の各開口におけるブランキングロジック回路の関連性を示す図であり、（B）は、能動素子付きアパチャー（ABAA）に形成された開口を通過した小電子線の偏向を制御するラッチSRAMを示す図である。

【図12】露光表面の選択された部分上に小電子線を偏向するために機能する偏向システムの動作を示す図である。

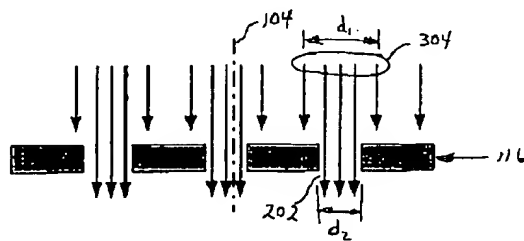
【図13】本発明にかかる電子線描画装置によって同時に露光することができる繰り返しパターンを示す図である。

【図14】（A）（B）は露光表面における小電子線間隔とパターンの繰り返し間隔との要求される相関関係について示す図である。

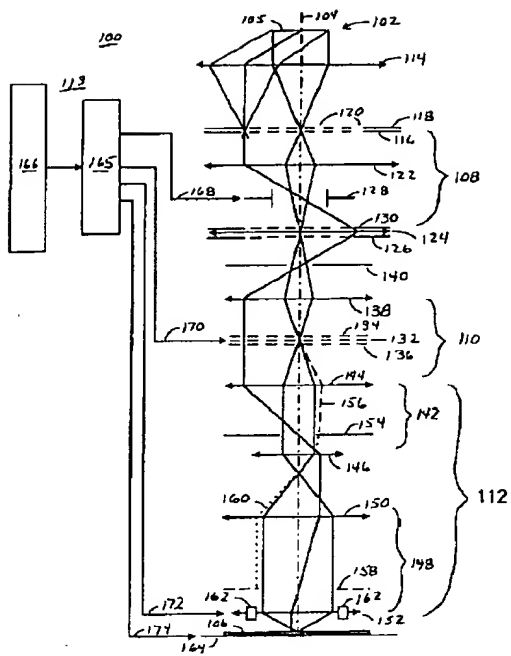
【図3】



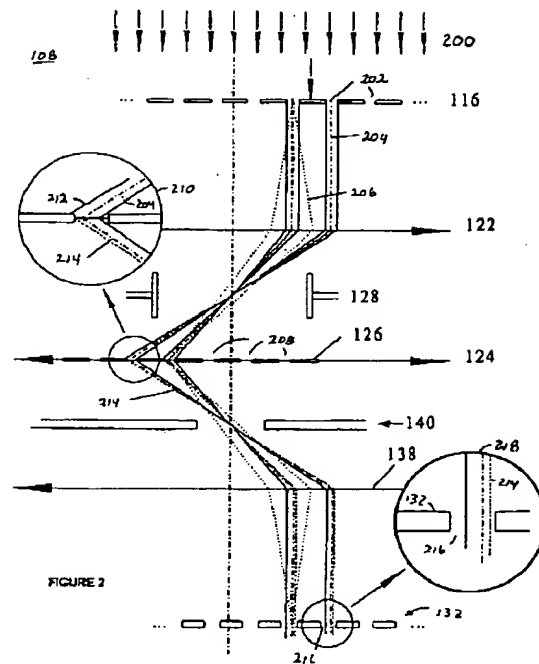
【図4】



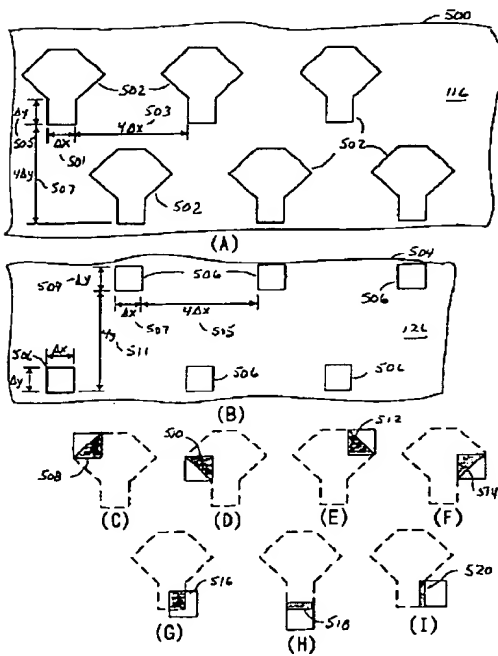
【図1】



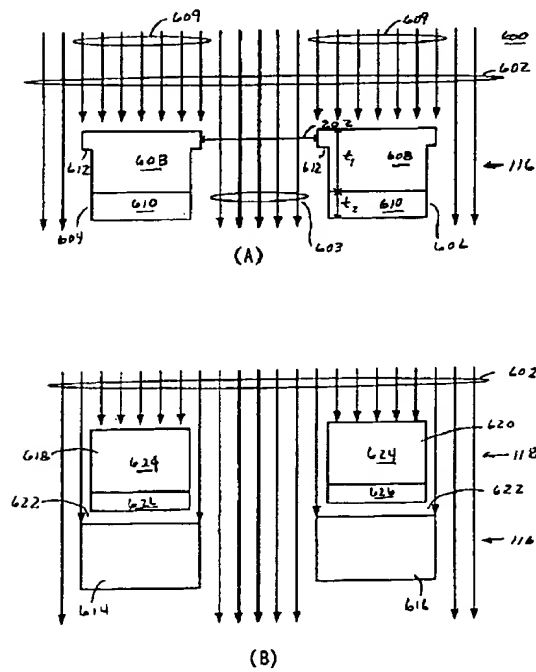
【図2】



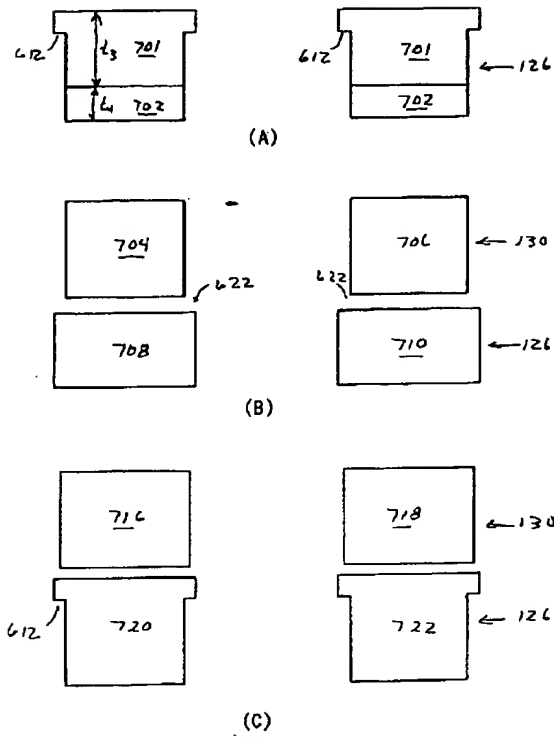
【図5】



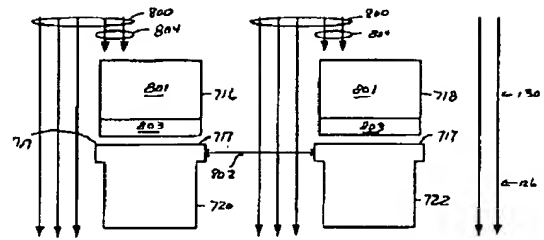
【図6】



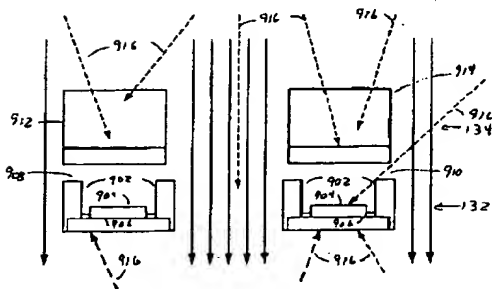
【図7】



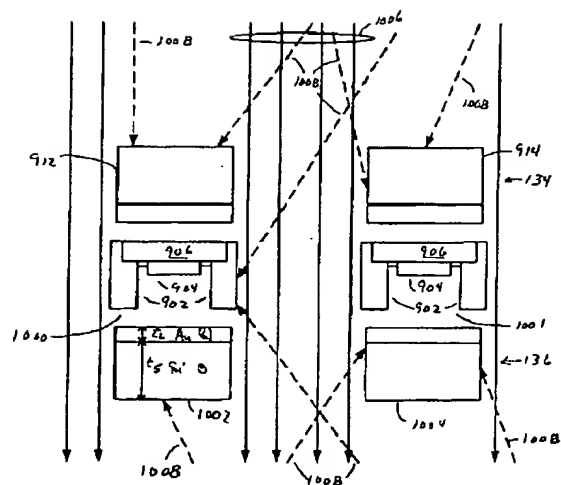
【図8】



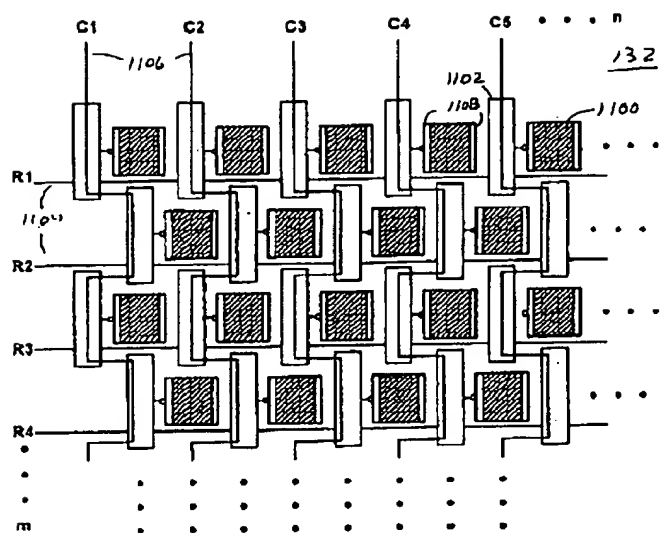
【図9】



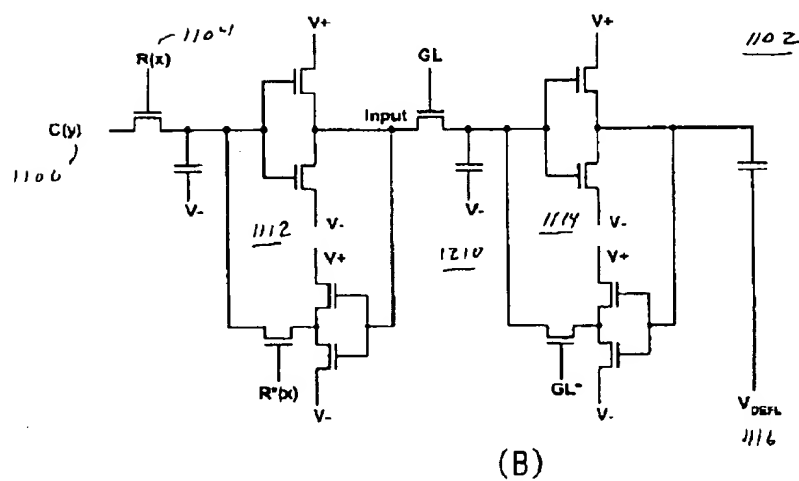
【図10】



【図11】

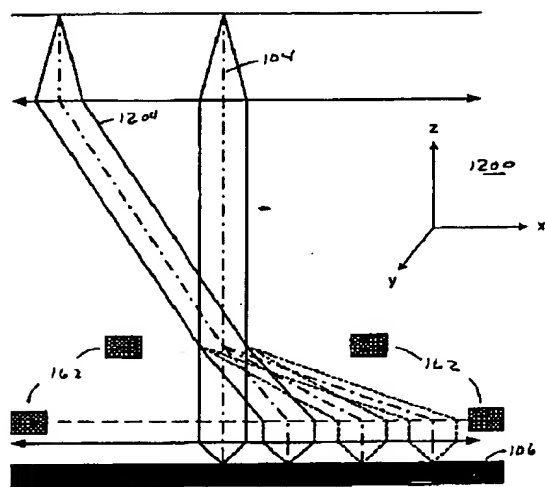


(A)

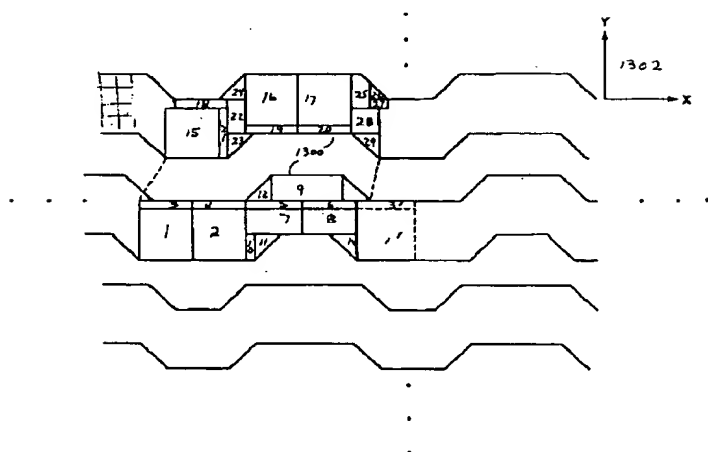


(B)

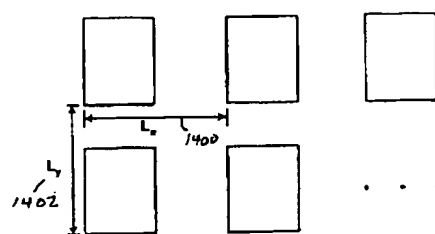
【図12】



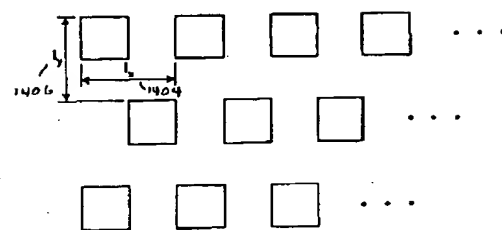
【図13】



【図14】



(A)



(B)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H 01 J 37/305

識別記号

F I
H 01 J 37/305

B